

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 02254954 A

(43) Date of publication of application: 15.10.90

(51) Int. Cl.

H02K 29/00

(21) Application number: 01071709

(22) Date of filing: 27.03.89

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: ONO MASAHARU  
INUI MASAOKI  
NARISHIMA SEIICHI

(54) SLOT MOTOR

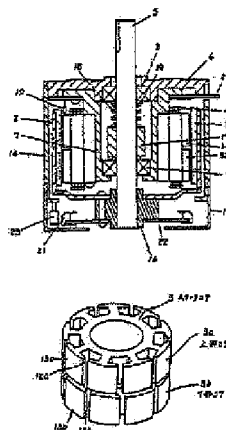
whole of the motor may be reduced.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&amp;Japic

**PURPOSE:** To reduce the cogging torque of a slot motor and obtain a high efficiency by a method wherein a cylindrical core or a cylindrical magnet is divided in the direction of a rotary shaft while the position of the slot of the cylindrical core or the position of the magnetic pole of the cylindrical magnet is deviated in respective divisions.

**CONSTITUTION:** A cylindrical core (stator core) 3, around which stator coils 4 are wound, is attached to the outer peripheral part of a bearing holder 7 by screws while the stator core 3 is divided into an upper core 3a and a lower core 3b in the direction of a rotary shaft. A magnetic field detecting element 10 for detecting the rotating position of the core is attached to the base plate 20 of a motor while the motor base plate 20 is attached to the bearing holder 7 by screws. Cogging is generated by projections formed by the slot of the stator core 3, however, the stator core 3 or the cylindrical magnet is divided in such a manner and, therefore, the phases of cogging torques, generated in each divisions, are different and the cogging torques are cancelled mutually whereby the cogging torque of the



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-254954

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 02 K 29/00

識別記号 庁内整理番号  
Z 7052-5H

⑭ 公開 平成2年(1990)10月15日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全8頁)

⑮ 発明の名称 スロットモータ

⑯ 特 願 平1-71709

⑰ 出 願 平1(1989)3月27日

⑱ 発 明 者 小 野 正 治 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑲ 発 明 者 乾 真 朗 茨城県勝田市大字稲田1410番地 株式会社日立製作所東海工場内

⑳ 発 明 者 成 島 誠 一 茨城県勝田市大字稲田1410番地 株式会社日立製作所東海工場内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

スロットモータ

2. 特許請求の範囲

1. 中心軸に対して同軸状に対向して配置されかつ一方が固定されて他方が回転可能な円筒状マグネットと円筒状コアとを備え、該円筒状マグネットの該円筒状コアとの対向面に複数の磁極が、該円筒状コアの該円筒状マグネットとの対向面に複数のスロットが夫々設けられたスロットモータにおいて、該円筒状コアを該中心軸に沿う方向に区分し、該区分間で該スロットの位置が互いにずれたことを特徴とするスロットモータ。

2. 請求項1において、前記円筒状コアは夫々スロットを有する第1、第2のコアが組み合わされてなり、該第1、第2のコアのスロットが互いに位置ずれしていることを特徴とするスロットモータ。

3. 請求項2において、前記第1、第2のコアは

夫々基準穴を有し、該基準穴に同一のピンが差し込まれて前記第1、第2のコアのスロットとの間に所定の位置ずれ量が設定されたことを特徴とするスロットモータ。

4. 請求項1、2または3において、前記円筒状マグネットの磁極数をn、前記円筒状コアの一周のスロット数をmとして、前記区分間でスロットのずれ量は、前記回転軸を中心に、

$$360^\circ / (n \text{ と } m \text{ の最小公倍数}) \times (1/2)$$

の角度であることを特徴とするスロットモータ。

5. 中心軸に対して同軸状に対向して配置されかつ一方が固定されて他方が回転可能な円筒状マグネットと円筒状コアとを備え、該円筒状マグネットの該円筒状コアとの対向面に複数の磁極が、該円筒状コアの該円筒状マグネットとの対向面に複数のスロットが夫々設けられたスロットモータにおいて、該円筒状マグネットを該中心軸に沿う方向に区分し、該区分間で該磁極の位置が互いにずれたことを特徴とするスロットモータ。

Δ 請求項5において、前記円筒状マグネットの磁極数を $n$ 、前記円筒状コアの一周のスロット数を $m$ として、前記区分間の磁極のずれ量は、前記中心軸を中心として、

$$360^\circ / (n \text{ と } m \text{ の最小公倍数}) \times (1/2)$$

の角度であることを特徴とするスロットモータ。

### Δ 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、テープレコーダやビデオテープレコーダのリールモータなど、滑らかな回転が要求されるモータとして用いて好適なスロットモータに関する。

#### 〔従来の技術〕

従来、業務用VTRなどでは、直接テープテンションを制御するリールモータとして、トルクリップルの少ないスロットレスモータが用いられていたが、これには高価であってマグネットの利用効率が低いなどの問題があることから、スロットモータが注目されてきている。

第8図は従来のスロットモータの一般的構成を

タコイル4の電流が制御されてトルクが発生する。

なお、この例はブラシレスモータであるが、ブラシ付きモータの場合には、マグネット静止し、コイルが巻かれたコアが回転することになる。

第9図(a)は第8図に示すステータコアの構造を示す上面図、同図(b)は同じく側面図である。

同図において、ステータコア3は、通常、高透磁率の薄板を積層して形作され、回転軸方向に伸びる複数のスロット12が設けられている。ステータコイル4はこれらスロットによって生じた凸部13の間に巻線される。

この構造では、ステータコイル4がステータコア3とロータマグネット1(第8図)間の磁気ギャップ中にないため、磁気ギャップ長を小さくでき、また、ロータマグネット1の磁束を有効に利用できる長所があるが、その反面、ロータマグネット1からの磁束がステータコア3の凸部13の先端に集中して流れ、ロータマグネット1とステータコア3のスロットとの位置関係によって磁路の磁気抵抗が変化し、トルクが変化してコギング

を示す断面図であって、1はロータマグネット、2はロータヨーク、3はステータコア、4はステータコイル、5は回転軸、6はエンドブラケット、7は軸受ホルダ、8、9は軸受、10は磁界検出素子である。

同図において、固定したエンドブラケット6と、これに一体となった軸受ホルダ7とは軸受8、9が設けられ、これら軸受8、9によって回転軸5が回転可能に支持されている。円筒状のステータコア3は軸受けホルダ7の外周部に取り付けられ、これに、後述する方法でステータコイル4が巻かれている。円筒状のロータマグネット1は、中心軸5に対してステータコア3と同軸状でかつ内面がステータコア3の外面向向するようにして、ロータヨーク2に取り付けられ、このロータヨーク2は回転軸5に一体に支持されている。ロータマグネット1の内面には磁極が配列されており、ロータマグネット1が回転すると、これら磁極が磁界検出素子10により検出され、この検出信号に応じて、駆動回路(図示せず)により、ステータ

が発生する。

第10図は回転軸5の回転角度とこれを外部から回転させるのに必要なトルクの関係を示したものであって、回転軸5の動摩擦抵抗のほかに、周期的な上記のコギングトルクが発生している。コギングトルクの変動分が大きくなると、第11図に示すように、外部から加えるトルクが部分的に負となる(自発的に回転してしまふ)場合もある。

コギングが発生すると、当然モータの発生トルクにも変動が発生し、制御用モータなど滑らかな回転を要求されるモータに使用する場合には不適当なものとなる。

コギングを防止するための一方法としては、巻線のためのスロットを静止し、ステータコイルをステータコアとロータマグネットとの間の磁気ギャップ中に設けるスロットレスモータとするものがある。この場合には、磁気抵抗を変動させる要因となるスロットが存在しないため、原理的にコギングは発生しないが、その反面、磁気ギャップ長が大きくなって磁束密度が低下し、マグネット

の利用効率が低下する。また、コイルを空間に保持する工夫も必要となり、高価なものとなる。

スロットモータについてコギングを低減する方法も提案されているが、その一例を説明すると、第 12 図において、薄板を積層してなるステータコア 3 に、複数のスロット 12 が回転軸に対して傾くようにねじられて（スキューをかけて）設けられる。これにより、磁気抵抗の変化量が小さくなってコギングトルクが低減される。また、第 13 図に示すように、ロータマグネットの磁極を回転軸に対して斜めにねじられる（スキューをかける）ように設けられ、これによっても磁気抵抗の変化量を小さくしてコギングトルクを低減する。

また、第 14 図に示すように、通常台形波状（点線）のマグネットの磁束密度分布を正弦波状（実線）にすることにより、磁気抵抗の変化が大きい所での磁束量を減少させることができるので、コギングトルクを低減することができることが知られている。

しかし、これら従来の方法のいずれにしても、

量が増加するために、起動トルクなどが大きくなって電力の消費量が増加するという問題がある。

本発明の目的は、かかる問題点を解消し、部品点数の増加や規模の大形化を防止し、コギングトルクを大幅に低減して高効率のスロットモータを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明は、回転軸に対して同軸にかつ対向して設けられ回転トルクを発生する円筒状コアと円筒状マグネットにおいて、該円筒状コアまたは該円筒状マグネットを該回転軸方向に区分し、該円筒状コアのスロットの位置または該円筒状マグネットの磁極の位置を各区分毎にずらすようにする。

〔作用〕

コギングは円筒状コアのスロットによって形成される凸部によって生ずるが、上記のように円筒状コアまたは円筒状マグネットを区分すると、各区分毎に発生されるコギングトルクの位相が異なり、これらが互いに相殺し合って全体のコギング

コギングトルクを原理的に解消するものではなく、実験を試作してこれらのコギング対策をした結果では、いずれも改善効果に限界があり、第 15 図に示すように、マグネットとコアとの対向面積に比例してコギングトルクは増加する。したがって、高出力スロットモータでは、コアの形状が大きくなるため、コギングトルクも当然大きくなる。

かかる問題を解消するものとして、ロータマグネットと同じ磁極を有する位置検出用マグネットを回転軸と一体に回転するように設けるとともに、この位置検出用マグネットに対向して複数の歯形状突起部を有する磁性部材を設け、ロータマグネットが生ずるコギングトルクに打ち消しをかけるようにしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、この従来技術において、コギングトルクの除去のために、本来のモータ回転に必要な部材とは別個の位置検出用マグネットや磁性部材が必要となり、部品点数が増加してモータの大形化をきたすことになるし、また、回転部の重

トルクが低減する。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面によって説明する。

第 1 図は本発明によるスロットモータの一実施例を示す断面図であって、3a は上部コア、3b は下部コア、14 はモータケース、15 はアロケース、16 はロータ受け台、17 はスラスト受リング、18 は予圧パネ、19 はワッシャ、20 はモータ蓋板、21 は FG マグネット、22 は FG ヨーク、23 は速度センサであり、第 8 図に対応する部分には同一符号をつけて重複する説明を省略する。

同図において、ロータマグネット 1 はロータヨーク 2 に接着されて取り付けられ、このロータヨーク 2 はロータ受け台 16 にねじ止めによって取り付けられている。また、このロータ受け台 16 には、回転軸 5 の一端部が圧入されている。ロータ受け台 16 の底部には、回転速度を検出するための信号源としての FG マグネット 21 を外周に配した FG ヨーク 22 がねじ止めによって取り付

けられている。このロータマグネット21に対向して回転速度検出のための速度センサ23がモータケース14に取り付けられている。ロータケース15は速度検出部を保護するためのものであって、モータケース14に圧入されて取り付けられている。回転軸5のスラスト方向の位置を規正するために、スラスト受けリング16に回転軸5が圧入されて取り付けられている。このスラスト受けリング16の上部には、軸受8、9に予圧を与えるための予圧パネ18とワッシャ19とが配されている。

軸受ホルダ7の外周部には、ステータコイル4が巻かれたステータコア3がねじによって取り付けられているが、このステータコア3は回転軸方向に上部コア3aと下部コア3bとに区分されている。回転位置を検出するための磁界検出素子10は、モータ基板20に取り付けられ、このモータ基板20は軸受ホルダ7にねじによって取り付けられている。モータケース14はエンドブラケット6にねじで取り付けられている。

第2図は第1図におけるステータコア3を示す

斜視図である。

同図において、ステータコア3の各スロット、したがって各凸部は上下に区分され、上部の区分のスロット12aと凸部13aとが上部コア3aをなし、下部区分のスロット12bと凸部13bとが下部コア3bをなしている。そして、上部コア3aの凸部13aと下部コア3bの凸部13bとは、回転方向に所定の角度だけ位置ずれしている。

なお、ステータコア3の凸部のみを2つに区分してもよいが、2つのコアを一体化し、一方を上部コア3a、他方を下部コア3bとしてステータコア3を構成してもよい。

次に、第3図に示すように、上部コア3aと下部コア3bとにおける凸部13a、13bの位置関係について説明する。但し、同図は、ロータマグネット1とステータコア3とを平面状に展開して示したものであり、ロータマグネット1の磁極数が4磁極であるのに対し、ステータコア3のスロット数は6スロットとしている。

によって発生するコギングトルクは互いにほぼ相殺されることになる。

ところで、このように、ステータコア3を構成した場合、上部コア3aと下部コア3bとでの凸部の位置ずれは電気角で30°にしかならず、スロットの位相差が小さいので、上部コア3aと下部コア3bとを一つのコアとみなしてコイルを巻くことができる。また、発生トルクの低下は10%以下である。

なお、上記では4極6スロットの場合であったが、8極6スロット、12極9スロット等の他の場合についても同様である。

一般に、n極mスロットの場合の上、下コアの凸部の位相差は、

$$360^\circ / (n \text{ と } m \text{ との最小公倍数}) \times (1/2)$$

となる。すなわち、ロータマグネット2とステータコア3に設けられたスロットの相対的な位置関係により、磁気抵抗が変化してコギングが発生するが、1回転中にロータマグネットとスロットが相対的に同じ位置関係になる回数は、磁極数とス

いま、ロータマグネットの磁極N1と上部コア3aの凸部C1とに注目すると、磁極N1と凸部C1とが正対しているときには、磁極N1から発生された磁束は真っすぐ凸部C1に入り、磁気抵抗は最小になる。また、凸部C1が磁極N1、S2の境界部にあるときには、磁極N1から出た磁束が凸部C1、C6に入るが、凸部C1、C6までの磁路長が長くなるので、磁気抵抗が大きくなる。従って、凸部C1の移動（回転）による磁気抵抗の変化は、第4図に実線で示すようになる。

次に、下部コア3bの凸部C2'に注目すると、凸部C2'は上部コア3aの凸部C2に対して磁極ピッチの1/6だけ回転方向にずれて配置されており、このために、上部コア3aの凸部C1での磁気抵抗が最大になるときは、凸部C2'の磁気抵抗が最小になり、凸部C1の磁気抵抗が最小になるときは、凸部C2'の磁気抵抗が最大となる。したがって、凸部C2'の移動による磁気抵抗の変化は、第4図に破線で示すようになる。

このようにして、上部コア3aと下部コア3b

ロット数の最小公倍数であるため、コギングトルクにはこの数だけリップル成分が含まれる。このリップル成分を打ち消すためには、コアを区分してこの区分したコアによってリップルの位置を $180^\circ$ 進ませる(遅らせる)ようにすればよい。そのためは、リップル成分の $180^\circ$ に相当する角度だけコアの位相を進ませる(遅らせる)ようにすればよい。これは第5図に示すように、ステータコア3に必要な位相を得るための基準穴24を設けておき、そこにピンを差し込めば容易に行なえる。一般的に、コアは同一なものが用いられるから、基準穴24を2個以上設けておき、上部コア3a、下部コア3bで異なった基準穴を使うことにより1種類のステータでよくなることはいうまでもない。

また、ステータコアの分割数は、上記説明では2分割としたが、コア外周面積比で偶数であって、かつ上記のコギングトルク相殺の関係が成り立っていれば、任意である。

第6図は本発明によるスロットモータの他の実

形成しても、ほぼ同様の効果を得られる。

さらに、第7図に示すように、上部ロータマグネット1aと下部ロータマグネット1bとの磁極を回転軸に対してねじる(スキューをかける)ことにより、上記の正弦波状増磁と同様の効果を得られる。

さらに、各実施例において、コア3a、3bとの隙間、マグネット1a、1bとの隙間を等としてもよい。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、部品点数の増加、規模の大形化を防止してコギングトルクを大幅に低減し、高効率、高性能で安価なスロットモータを提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるスロットモータの一実施例を示す断面図、第2図は第1図におけるステータコアを示す斜視図、第3図はこのステータコアにおける上部コアと下部コアの凸部の位置関係を示す展開図、第4図はこれら上部コアと下部コア

施例の要部を示す図であって、1aは上部ロータマグネット、1bは下部ロータマグネットであり、第1図に対応する部分には同一符号をつけている。

この実施例は、第1図において、ステータコア3を分割するのではなく、第6図に示すように、ロータマグネット1を回転軸5(第1図)に沿う方向に上部ロータマグネット1aと下部ロータマグネット1bとに分割したものである。この場合も、上部ロータマグネット1aの磁極と下部ロータマグネット1bの磁極との位置を回転方向にずらす。これにより、先のステータコア3を分割した場合と同様に、コギングトルクを低減することができる。

さらに増磁による磁束密度分布を正弦波状にすることにより、基本的に生ずるコギングトルクを小さくすることができるため、各マグネット1a、1bによって生ずるコギングトルクの相殺も容易となって全体的にコギングトルクがさらに低減される。

なお、増磁ヨークをマグネット磁極に対応して

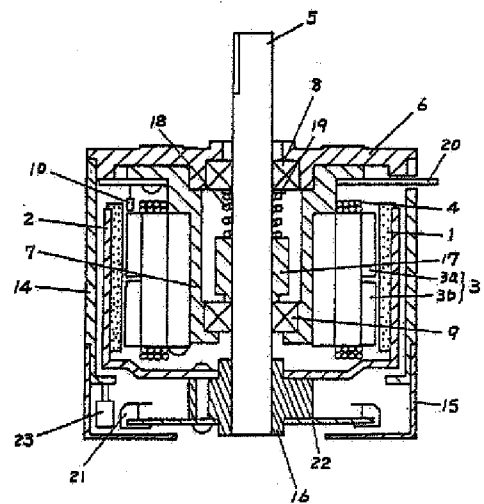
によるコギングトルクを示すグラフ図、第5図はこれら上部コアと下部コアとの位相合わせ方法の一例を示す図、第6図および第7図は夫々本発明によるスロットモータの他の実施例の要部を示す図、第8図は従来のスロットモータの一般的構成を示す断面図、第9図(a)は第8図におけるステータコアの上面図、第9図(b)は同じく側面図、第10図および第11図は夫々スロットモータの回転軸の回転角とコギングトルクとの関係を示す図、第12図は従来のスロットモータでのコギングトルク低減の一手段としてのステータコアの構成を示す斜視図、第13図は同じくロータマグネットの磁極を示す図、第14図は従来のスロットモータでのコギングトルク低減方法の他の例を示す図、第15図は従来のスロットモータでのコア対向面積とコギングトルクとの関係を示す図である。

1……ロータマグネット、1a……上部ロータマグネット、1b……下部ロータマグネット、3……ステータヨーク、3a……上部コア、3b……下部コア、4……ステータコイル、5……回転

特開平2-254954 (6)

軸、12a, 12b ..... スロット、13a, 13b ..... 凸部

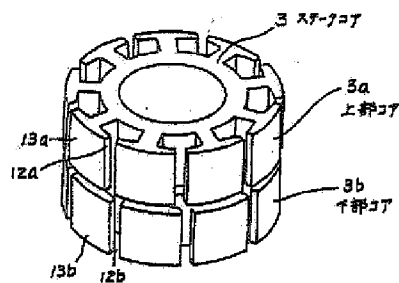
第1図



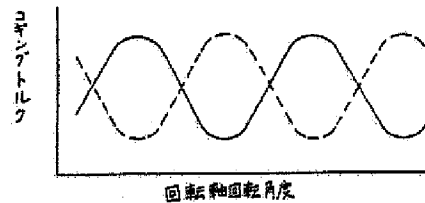
- |                |               |              |
|----------------|---------------|--------------|
| 1... ロータリマグネット | 14... モータース   | 19... フォロー   |
| 2... ロータコイル    | 15... フォース    | 4... ステータコイル |
| 16... ロータ受け台   | 6... エンジンマウント | 3... ステータコイル |
| 5... 回転軸       | 8, 9... 軸受    | 10... 磁界検出素子 |
| 21... フォースマウント | 7... 軸受ホルダ    | 20... モータ基板  |
| 22... フォース     | 17... ステータ受け台 | 3a... 上部コア   |
| 23... 速度センサ    | 18... 予圧バネ    | 3b... 下部コア   |

代理人 井理士 小川勝男

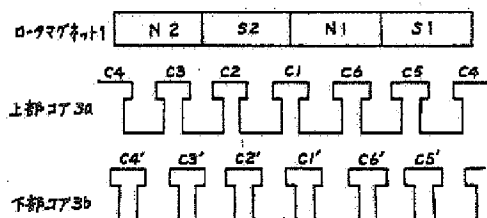
第2図



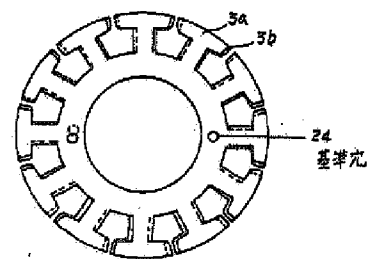
第4図



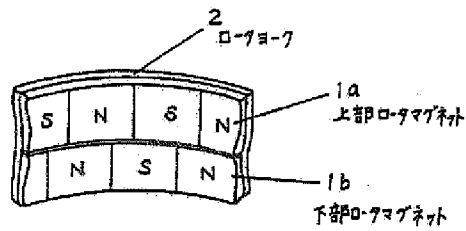
第3図



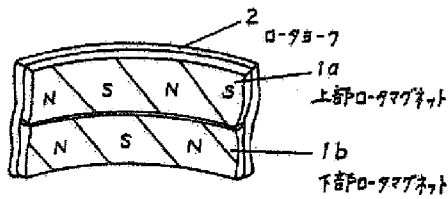
第5図



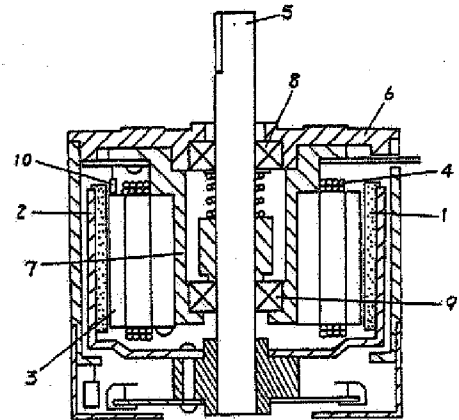
第 6 図



第 7 図

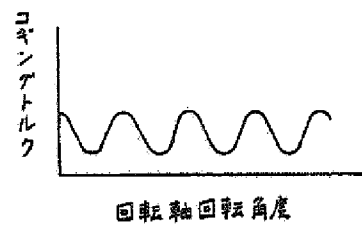


第 8 図

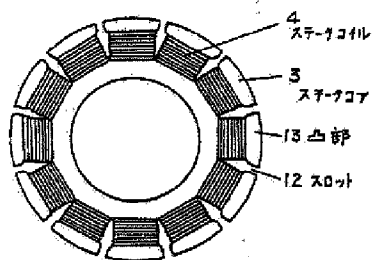


- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1.....ロ-タマグネット | 6.....エンドブラケット |
| 2.....ロ-タヨー-7  | 7.....軸受ホルダ    |
| 3.....ステータコア   |                |
| 4.....ステータコイル  |                |
| 5.....回転軸      |                |
| 8,9.....軸受     |                |
| 10.....磁導体出素子  |                |

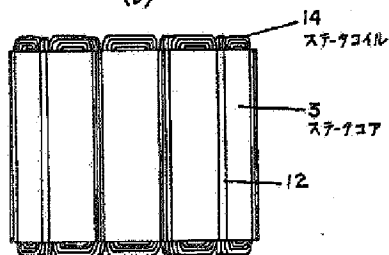
第 10 図



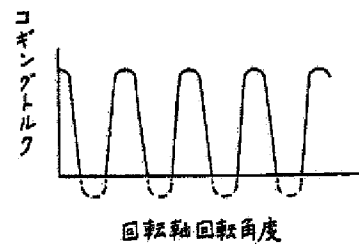
第 9 図  
(a)



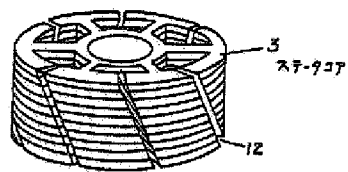
(b)



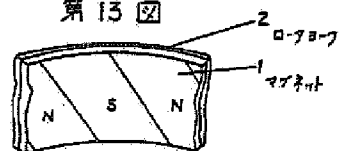
第 11 図



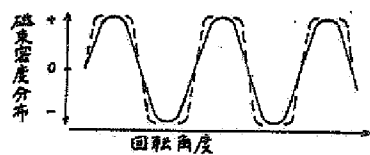
第 12 図



第 13 図



第 14 図



第 15 図

